

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-303849

(43)Date of publication of application : 13.11.1998

(51)Int.Cl. H04J 11/00

(21)Application number : 10-088735

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 01.04.1998

(72)Inventor : VAN NEE RICHARD D J

(30)Priority

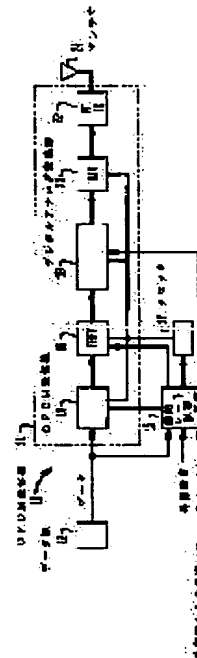
Priority number : 97 834684 Priority date : 01.04.1997 Priority country : US

(54) FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING SYSTEM AND METHOD HAVING OPERATING PARAMETER CAPABLE OF DYNAMIC INCREASE AND DECREASE CONTROL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flexible OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) system which can provide the OFDM advantages to various types of communication environments by adding the increase/decrease control (scaling) to the OFDM system about its operating parameter or characteristic and accordingly improving the flexibility and adaptability of the OFDM system.

SOLUTION: A dynamic rate control circuit 15 responds to the optional one of conceivable inputs in order to set a coding block 14 at an appropriate coding rate. In an execution example of a transceiver, for example, the circuit 15 detects a transmission error through the feedback caused from a receiver and dynamically reduces the coding rate. In the same way, the circuit 15 controls the number of bits per symbol for each carrier wave to respond to various inputs. In such a constitution, an OFD system can work in various communication environments where various operating parameters or characteristics are required.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 08.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.10.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2003-01568
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 27.01.2003
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-303849

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-88735

(22) 出願日 平成10年(1998)4月1日

(31) 優先権主張番号 08/834684

(32) 優先日 1997年4月1日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72) 発明者 リチャード デー、ジェー、ヴァン ニ
ー

オランダ、デ ミーア、ン、シー
3454、メレヴェルドラール 24

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

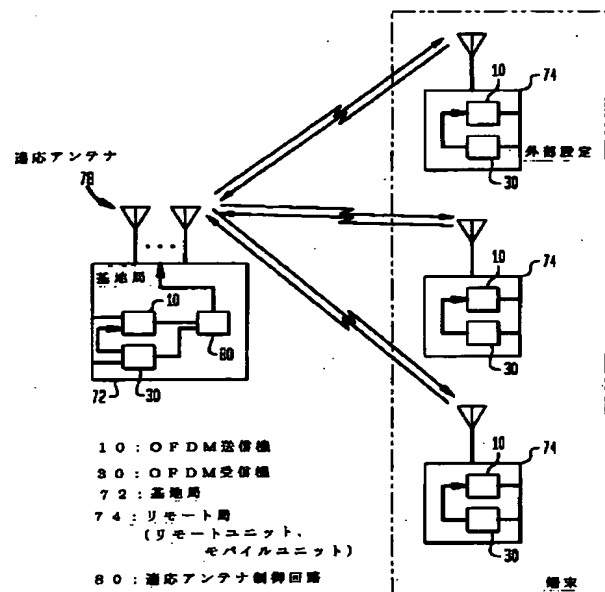
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的に増減調節が可能な動作パラメータを有する周波数分割多重化システムとその方法

(57) 【要約】

【課題】 動的に増減調節が可能な動作パラメータを有する周波数分割多重化システム。

【解決手段】 本発明の増減調節可能なOFDM(直交周波数分割多重化)システムは、当該システムの動作パラメータあるいは特性についての増減調節(スケールング)を行えるようにすることで柔軟性と適応性を増やしている。このような増減調節可能性によって、当該OFDMシステムは、様々な通信環境の下で動作することができるようになる。制御回路は、必要または有効と判断する場合に応じて動作パラメータあるいは特性を動的に変化させることで、互換性または望みの性能を提供する。このような増減調節可能なOFDMシステムは、とりわけモバイル(移動式の)無線通信装置における応用に適している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動作パラメータに従い、直交周波数分割多重化を用いて通信信号を供給する方法であって、

(A) 動作パラメータを動的にスケーリングするステップを、
有することを特徴とする方法。

【請求項 2】 (B) データ転送速度をもって前記通信信号を供給し、前記データ転送速度を動的に変化させるステップを、

さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 3】 (C) 前記通信信号から直交周波数分割多重化によるシンボルを供給するステップを、

さらに有し、
前記動作パラメータを動的にスケーリングする前記ステップ (A) は、

(D) 前記直交周波数分割多重化によるシンボルについてのシンボル長を動的に変化させるステップを、
さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 4】 前記直交周波数分割多重化によるシンボルについての前記シンボル長を動的に変化させる前記ステップ (D) は、

(E) フーリエ変換を用いて前記通信信号を直交周波数分割多重化によるシンボルへと変換するステップと、

(F) 前記フーリエ変換についての時間基準を変化させるステップとを、

さらに有することを特徴とする請求項 3 の方法。

【請求項 5】 (G) 前記通信信号から直交周波数分割多重化によるシンボルを供給するステップを、

さらに有し、
前記動作パラメータを動的にスケーリングする前記ステップ (A) は、

(H) 前記直交周波数分割多重化によるシンボルについての搬送波数を動的に変化させるステップを、
さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 6】 前記動作パラメータを動的にスケーリングする前記ステップ (A) は、

(I) 符号化レートに従って前記通信信号を符号化し、前記符号化レートを動的に変化させるステップを、
さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 7】 前記動作パラメータを動的にスケーリングする前記ステップ (A) は、

(J) 第一の変調方式に従って搬送波を変調するステップと、

(K) 前記第一の変調方式を第二の変調方式へと動的に変化させるステップとを、

さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 8】 (L) アップリンクでのデータ転送速度で直交周波数分割多重化によるシンボルを送信し、ダウンリンクでのデータ転送速度で通信信号を受信するステップを、

さらに有することを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 9】 (M) 前記ダウンリンクでのデータ転送速度を動的に変化させるステップを、

さらに有することを特徴とする請求項 8 の方法。

【請求項 10】 前記ダウンリンクでのデータ転送速度を動的に変化させる前記ステップ (M) は、

(N) 前記通信信号についての搬送波数を動的に変化させるステップを、

さらに有することを特徴とする請求項 9 の方法。

【請求項 11】 動作パラメータに従って直交周波数分割多重化によるシンボルを受信する方法であって、

(A) 動作パラメータを動的に変化させるステップを、
有することを特徴とする方法。

【請求項 12】 動作パラメータに従って通信信号を供給する直交周波数分割多重化システムであって、

動作パラメータを動的にスケーリングするために、動的制御回路が信号回路へ制御信号を供給することを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、通信システムに関するものであり、とりわけ幅広い物理的環境において広範な情報転送速度を提供するのに適している直交周波数分割多重化 (OFDM) 変調方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】直交周波数分割多重化 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) とは、N 個のデータシンボルを $1/T$ の距離で分離された N 個の直交する搬送波へと配置する、ブロックを基本とした (ブロック指向の) 変調方式のことである。ここで T はブロック時間である。このように、多重搬送波伝送システムでは、複数の隣接する搬送波 (またはトーンあるいはビンと呼ばれている) を介して並列にデータビットを送信するため直交周波数分割多重化 (OFDM) 変調を用いている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】多重搬送波伝送の重要な利点とは、次のシンボルを伝送する間にガード時間としての間隔を挿入し、単一搬送波システムで必要とされている等化器を避けることで、伝送チャネルにおける信号分散 (あるいは遅延スプレッド) によるシンボル間干渉 (符号間干渉) が低減または除去されることが可能となるということである。この点は、OFDM に単一搬送波の変調方式を超える重要な利点を与えているといえよう。

【0004】意図した信号の後に受信機に到達する、各シンボルについての遅延したコピーは、ガード時間の存在によって、次のシンボルが受信されるより前に消えることができるのである。このように、OFDM の魅力ある点は、等化の必要なしに多重チャネル伝送の悪影響を

克服する機能にある。そこで、様々な通信環境へOFDMの利点を提供する柔軟なOFDMシステムへの需要が存しているのである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の原理に従った増減調節可能なOFDMシステムでは、当該OFDMシステムの動作パラメータあるいは特性についての増減調節（スケーリング）を提供することで柔軟性及び適応性を増加させている。例えば、制御回路は、OFDMによるシンボル長、搬送波数あるいは搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数の増減調節（スケーリング）により伝送速度を増減調節可能である。

【0006】増減調節可能性（スケーラビリティ）によって、様々な動作パラメータあるいは特性を必要とする多様な通信環境において、増減調節可能なOFDMシステムが動作することが許容される。制御回路が、異なる動作パラメータあるいは特性が必要または有効であると判断する際に、当該OFDMシステムの動作パラメータあるいは特性を増減調節することで、制御回路は動作パラメータあるいは特性を動的に変化させることが可能となる。それにより互換性または望みとする性能を提供することになる。

【0007】例えば、ビットレートを動的に増減調節し、信号帯域幅を幅広く変化させることで、遅延スプレッド許容度、SN比（SNR、信号対雑音比）の要件が達成可能となる。このようなことから、増減調節可能なOFDMシステムとは、とりわけモバイル（移動体）無線通信装置における応用に適しているといえるのである。モバイル無線通信装置は、屋外屋内を問わず幅広い環境において、また、異なる帯域幅を伴った無線チャネルにおいて多様なサービスをサポートしている。

【0008】増減調節可能なOFDM変調システムのある実施例によると、符号化OFDM変調システムは、搬送波数及び可変シンボル長に上限をもたせて設計されることが可能である。遅延スプレッド許容度はそのまま信号帯域幅及び伝送速度を減少させるため、制御回路は搬送波数の上限値以下で搬送波数を動的に増減調節することができる。

【0009】また、伝送速度と信号帯域幅を減少させ、遅延スプレッド許容度を増加させるため、制御回路はシンボル長を動的に増やすことも可能である。他の実施例によれば、増減調節可能なOFDM変調システムは、適応符号化を用いて可変伝送速度を実現している。ここで、接続（リンク）の信頼性を改善するため、あるいはピーク対平均出力比を減少させるために異なる符号化方式が用いられる。

【0010】増減調節可能なOFDM変調システムのさらに別の実施例によると、増減調節可能な伝送速度によりモバイルユニット（移動ユニット）と基地局との間の非対称なデータ速度も許容される。例えば、基地局は同

時にすべての搬送波で伝送を行う一方で、モバイルユニットそれぞれに対しては、全体の搬送波数の何分の一のみを割り当てるようにすることで、モバイルユニットは基地局よりも低いデータ速度をもつことができるのである。

【0011】さらに、例えばデータのダウンロードを行う間においては、モバイルユニットは、ダウンリンクのデータ速度においてアップリンクのデータ速度よりも大きなデータ速度をもつことが可能である。増減調節可能なOFDM変調システムの別な面によると、送信と受信の両方について同一のアンテナを用いているモバイルユニットと基地局は、基地局側で付加的な処理がなされ、それにより、モバイルユニットをできる限り単純なものとするのが可能となることから、適応アンテナを有効に活かすことができる。

【0012】増減調節可能なOFDM変調システムでは、例えばアップリンクとダウンリンクのチャネル特性が同一でないときに、アップリンクを通じて帰還（フィードバック）を送ることで基地局における適応アンテナを用いることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の原理に従った増減調節可能な動作パラメータあるいは特性を有する、改良型OFDMシステムの例示的实施例は以下で記述されている。このような改良型OFDMシステムは、様々な通信環境で用いられる柔軟な通信システムを提供すべく実施される。増減調節可能性（スケーラビリティ）により、増減調節可能なOFDMシステムは、様々な動作パラメータあるいは特性を必要とする多様な通信環境において動作することが許容されるのである。

【0014】制御回路が、異なる動作パラメータあるいは特性が必要あるいは有効であると判断する際に、OFDMシステムの動作パラメータあるいは特性を増減調節することにより、制御回路は当該動作パラメータあるいは特性を動的に変化させることが可能となる。それにより、互換性あるいは望みとする性能を提供することとなる。例えば、ビットレートを動的に調整し、信号帯域幅を幅広く変化させることで、遅延スプレッド許容度及びSN比（SNR、信号対雑音比）の要件を達成されることができよう。

【0015】増減調節可能なOFDMシステムは、以下のようなパラメータを含む様々な動作パラメータにより特徴付けられることができる。すなわち、搬送波数（ N ）、シンボル長（ T_s ）、搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数（ m ）、前方誤り訂正（順方向誤り訂正）符号化方式、符号化レート、ガード時間として用いられるシンボル長の部分といったものである。

【0016】これらのパラメータを変化させることにより、以下のようなものを含む様々な動作特性が増減調節可能となる。すなわち、伝送速度（ビットレートあるい

はデータ転送速度)、SN比(より大きなSN比、より低いビット誤り率)、遅延スプレッド許容度、信号帯域幅、実施(実装)の複雑さといったものである。

【0017】増減調節可能なOFDMシステムは、様々な方法で動作パラメータあるいは特性を増減調節できる。例えば、伝送速度を動的に増減調節するため、増減調節可能なOFDMシステムは、必要とされている、または望まれている動作パラメータあるいは特性に応じて、シンボル長、符号化レート、搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数あるいは搬送波数を動的に調整することができる。このような特定の例においては、制御回路が伝送速度をいかにして増減調節するのに応じて、増減調節可能なOFDMシステムは、遅延スプレッド許容度、SN比(SNR、信号対雑音比)、信号帯域幅を異なるやり方で増減調節する。そこで、当該増減調節可能なOFDMシステムは、柔軟で、(動的に)増減調節可能な通信システムの実施にとって魅力的な方式となるのである。

【0018】例えば、増減調節可能なOFDMシステムの伝送速度を二倍にするため、当該システムについての以下のような動作パラメータあるいは特性が、動的に増減調節または調整できる。

1. 符号化レート

一般に、チャネル符号は、搬送波内のマルチパス(多重伝搬路)といった、OFDM特有なチャネル雑音(チャネル損傷)により引き起こされるビット誤りの率を低減するため用いられている。そのような符号のレートは、ビット誤り率に対してビットレートをトレードオフさせる関係にあるように変化させることができる。

2. 搬送波変調方式

搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数を二倍にすることで、帯域幅及び遅延スプレッド許容度は変化しない。しかし、SN比(SNR、信号対雑音比)は低減し、それにより結果としてはより高いビット誤り率となる。

3. シンボル長

シンボル長を半分にすることで、遅延スプレッド許容度も半分となり、信号帯域幅は二倍になる。しかし、実施(実装)の複雑さは二倍に増加する(二倍にスピードアップすることによる)。

4. 搬送波数

搬送波数を二倍にすることによっても、遅延スプレッド許容度は同じのままであり、信号帯域幅は二倍となり、実施(実装)の複雑さについては、IDFTによる実施(実装)の場合は四倍となり(動作の数とスピードが二倍となることから)、IFFTによる実施(実装)が用いられている場合には $2(n+1)/n$ の割合で増加する。

【0019】変化可能な、さらなる増減調節パラメータとしては、ガード時間とシンボル時間の比がある。この

ような比を変化させることは、SN比(相対的により大きなガード時間により、信号となるエネルギーが明確になる)及び伝送速度(相対的により大きなガード時間は、ビットレートを低減させる)及び遅延スプレッド許容度(相対的により大きなガード時間は、遅延スプレッドに対する抵抗を改善する)に影響を及ぼす。

【0020】図1は、データ源12からのデータビットのストリームを受信する信号回路11をもつOFDM送信機を示している。符号化ブロック14はデータストリームを受信して、当該データストリームを連続するグループあるいはビットのブロックへと分割する。符号化ブロック14は、前方誤り訂正(順方向誤り訂正)符号化のための冗長性を導入するものである。本発明の他の面に従ったある実施例においては、異なる前方誤り訂正(順方向誤り訂正)符号化方式あるいは、動的制御回路15により制御された、各搬送波についての可変変調方式を用いることで、OFDMにおける可変データ転送速度が実現されている。

【0021】例えば、モバイルユニットがカバーゾーン(カバー領域、サービス区域)の端部に位置しているとすれば、動的制御回路は、遅延スプレッド許容度の増加及びより優れたSN比性能といった利点が得られるようデータ転送速度を低下させるために、符号化レートを減少させることができる。符号化レートにおけるそのような減少は、続いて、符号化レートにおける減少に比例したスペクトル効率(ある帯域幅で伝送可能な毎秒毎のビット量のこと)における減少へとつながる。

【0022】本発明の原理によると、動的制御回路15は、符号化ブロック14を適切な符号化レートに設定するため、考えられ得る幾つかの入力のうち任意のものについて応答可能である。例えば、トランシーバの実施例においては、動的レート制御回路15は、OFDM受信機(図4)からの帰還(フィードバック)を通じるような形で、伝送誤りを検出し、符号化レートを動的に低減させることができる。

【0023】選択的には、各データパケットは、適切な符号化レートを示している固定された符号を有する。あるいはトランシーバにおける応用例では、符号化方式は別の送信機(示されていない)からの受信入力(の符号化レートを反映することも可能である。最終的には、動的レート制御回路15は、符号化レートを設定するため外部設定(外部環境)に応答しうるのである。

【0024】同様にして、制御回路15は、搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数を増減調節することで(例えば、位相シフトキーイング(PSK)による変調を用いて、実施例における配置サイズを変化させることにより)、多様な入力に応答することが可能である。搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数を増加させることで、帯域幅及び遅延スプレッド許容度は変化しない。

【0025】しかし、SN比（SNR、信号対雑音比）は低減することから、結果としてはビット誤り率はより高いものとなる。例えば、搬送波毎のシンボル当たりにおけるビット数を増減調節するため、動的レート制御回路15はQPSK（四相PSKあるいは4-PSK）による変調から、8-PSK（8相PSK）といった他の位相変調へ、あるいは、QAM（直交振幅変調、例えば、16-QAM）といった他の変調方式へと変化することができる。

【0026】符号化されたデータビットのブロックは、Nポイント複素IFFT（InverseFast Fourier Transform、逆高速フーリエ変換）16へと入力される。ここでNとはOFDMによる搬送波数のことである。このような特定の実施例では、IFFT16は、符号化ブロック14から受け取られた2Nの符号化されたデータビットのブロックについて実行される。

【0027】実際には、送信機の次の段階あるいは伝送チャネルにおける（意図したものにせよ、そうでないものにせよ）低域通過フィルタリングによる望ましくない周波数ひずみを導入することになるエイリアシングのない出力スペクトルを生成するため、送信機10はオーバーサンプリング（過サンプリング）を用いなくてはならない。このように、オーバーサンプリング（過サンプリング）を実行するため、 $M > N$ として、NポイントIFFT16の代わりにMポイントIFFT16が実際には行われる。これらの2Nビットは、N個の複素数へと変換され、残りのM-N個の入力値は0に設定される。

【0028】クロック17は、IFFT16についての時間基準を供給しており、IFFT16の出力は、OFDMによるシンボルを生成するため、並列直列（パラレルシリアル）変換がなされる。本発明の原理に従った特定の実施例では、制御回路15は、搬送波数Nを一定に保つ一方で、シンボル長 T_s を変化させることにより動作パラメータ及び、伝送速度のような特性を増減調節する。

【0029】このような特定の実施例では、制御回路15はIFFT16に対する時間基準を調整するクロック17を制御することで、これを実現している。シンボル長を減少させることにより、伝送速度における逆比例増加が達成される。同時に、遅延スプレッド許容度が減少される。しかし、これについては通常問題とならない。というのは、より高いデータ転送速度はまた、その範囲における減少を意味しており、範囲の低下はより低い遅延スプレッドの値を意味しているからである。

【0030】例として、生データについて270kbp

sのオーダーにあるデータ転送速度を有するモバイル電話機（移動電話機）から、20Mbpsまでのデータ転送速度を有する屋内無線LANまでの応用例をサポートしなくてはならないOFDMシステムを考えてみることにしよう。最大遅延スプレッドの要件は、モバイル電話機（移動電話機）にとっては16 μ mであり、無線LANにとっては約200nsまでとなる。さらに、GSMによるチャネル間隔と適合するために、OFDMによる信号はモバイル電話機（移動電話機）の場合で200kHzの帯域幅を占めることが必要とされている。

【0031】これらの要件すべては、32の搬送波を有し、200 μ sから2 μ sまでの可変シンボル長 T_s を有するOFDMを用いることで満たされうる。200 μ sのシンボル長については、遅延スプレッドを処理するため20 μ sのガード時間が含まれる。これにより、1/(180 μ s) = 5.56kHzの搬送波間隔が与えられることになる。このことは、200kHzの帯域幅にちょうど36の搬送波が存在していることを意味するものである。

【0032】スペクトルの要件を満たすため、4つの搬送波をガードバンドとして用いることで、32の搬送波がデータ伝送用に残ることになる。シンボル毎について、搬送波毎のシンボル当たりにおいて2ビットを有するQPSKを用いると、 $32 \cdot 2 / (200\mu s) = 320kbp/s$ の生データについてのデータ転送速度を与えることになる。

【0033】上述の例において、OFDMによるシンボル長を減少させることによって、減少した遅延スプレッド許容度の代わりにデータ転送速度が増加されることが可能となる。許容できる最大遅延スプレッドは、OFDMのガード時間に比例する。そこで、200nsという最大許容可能遅延スプレッドを有している無線LANについては、250nsのガード時間を含めて、シンボル長は2.5 μ sまで減少されることができる。これらのパラメータにより、16MHzの帯域幅を確保し、生データについて25.6Mbpsのデータ転送速度が得られる。

【0034】表1は、様々な増減調節可能な伝送速度あるいはデータ転送速度についての幾つかのパラメータの選択肢を列挙している。最初の3つの選択肢は、32の搬送波による場合についてのものであり、次の3つの選択肢は、64の搬送波による場合についてのものであり、（前者の3つに比べて）より大きな遅延スプレッド許容度と僅かに小さな使用帯域幅を示している。

（表1）全搬送波についてQPSKによる変調を前提とした場合の、増減増減調節可能なデータ転送速度についてのパラメータの選択肢例

シンボル長 (μ s)	ガード時間 (μ s)	搬送波数	帯域幅 (MHz)	生データでの データ転送速度
---------------------	---------------------	------	--------------	-------------------

(Mbps)

200	20	32	0.2	0.32
10	1	32	4	6.4
2.5	0.25	32	16	25.6
400	40	64	0.19	0.32
20	2	64	3.78	6.4
5	0.5	64	15.11	25.6

【0035】GSMについての既存のGMSK変調を超えた、このようなOFDM変調システムの利点とは、より高いスペクトル効率と、隣接するチャネル干渉の観点でより優れたスペクトル性質を有しているという点である。OFDMは相対的により大きなピーク対平均出力比を有しうが、しかしながら搬送波数を動的に増減調節することは、ピーク対平均出力比を低減させうるのである。

【0036】このような特定の実施例では、制御回路15は搬送波数を調整することで、他の動作特性と同様に可変伝送速度を提供することが可能である。特定のOFDMシステムについて設計された最大搬送波数の部分集合（一部）を伝送することで、データ転送速度における減少量は伝送された搬送波数における減少量に比例している。伝送された搬送波数を減らすことはまた、変調技術と媒体アクセス制御（Medium Access Control、MAC）を結びつけることを可能とする。

【0037】というのは、多数のユーザーは搬送波の異なる集合を用いて、同一バンドにおいて同時に伝送を行うことができるからである。そのようなアプローチのさらなる利点とは、ユーザー毎のピーク対平均出力比が低減されているということである。このことは、よりよい出力効率が実現され得ることを意味しており、この点はバッテリーで駆動された装置にとっては極めて重要であるといえる。選択的には、動的制御回路15は、位相の一部分のみの変調を隣接する搬送波へ向ける（割り当てる）ことで搬送波数を増減調節することができる。符号器が小さな帯域幅のチャネルにおいて動作しなくてはならない場合には、そのような結果は有効であるといえる。

【0038】本発明のある実施例によると、動的制御回路15は、搬送波数を変化させるためNを動的に変えることができる。例えば、 $X < N$ として、NポイントIFFFT16はXポイントIFFFT16へと動的に変化させることが可能である。このような特定の例においては、IFFFT16はNの搬送波を最大搬送波数として取り扱うように設計されており、動的レート制御回路15からの制御信号に従ってXポイントIFFFT16を実行することで、Nより少ない搬送波に動的に増減調節される。選択的には、2Nより少ない入力ビットについてIFF

Tを計算し、他の値を0にして多重アクセスを許容することにより、動的制御回路15は、OFDM送信機10がNより少ない搬送波を伝送するように動的に指示しうる。

【0039】シンボル間干渉（符号間干渉）に対する感応性を減らすため、サイクリックプレフィクサーとウインドウ化ブロック18は、OFDMによるシンボルの最後の部分をコピーして、OFDMによる当該シンボルに当該コピーされた部分を付け加える。これは、サイクリックプレフィクシングと呼ばれている。制御回路15は、ガード時間あるいはガード時間の部分を、例えばシンボル長といった、上のOFDMシステムの例について列挙された値に調整するため、サイクリックプレフィクサーとウインドウ化ブロック18を制御することができる。

【0040】スペクトルのサイドローブを低減させるため、サイクリックプレフィクサーとウインドウ化ブロック18は、OFDMによるシンボルの振幅に漸次的なロールオフパターンを当てはめることでOFDMによる当該シンボルについてのウインドウ化を実行する。OFDMによるシンボルはデジタルアナログ変換器への入力であり、その後、送信機のフロントエンド部22へと送られ、送信機のフロントエンド部は、アンテナ24を介した伝送のため、ベースバンド波形を、ここでの特定の実施例における適切なRF搬送波周波数へと変換する。

【0041】図2はOFDMによるシンボルのウインドウ化についての基本的な表示を示している。ここで、 T_s とは全体のシンボル長であり、 T とはFFT時間である。すなわち、 T 秒にN個のサンプルが存在している。搬送波間隔はHz表示で $1/T$ であり、 T_g とはマルチパス（多重伝搬路）により生じるシンボル間干渉（符号間干渉）を低減させることを助けるガード時間のことである。ロールオフ時間は、 βT_s で表され、ここで β とはロールオフ因子である。

【0042】図3は、dB表示でのOFDM出力スペクトルを示している。X軸は搬送波間隔に対して規格化されており、3dBの帯域幅には60aから60pまでの16の搬送波が存在している。FFT時間Tを変化させることで、搬送波60a-60pの間の間隔を変化させることになるであろう。一定のサンプリングレート1/

Tで搬送波数Nの数を増加させると、搬送波間隔を保った一方で搬送波60a-60pの数を増やすことになる。これにより、伝送されたOFDM出力スペクトルの幅も増えることになる。

【0043】同様に、搬送波数Nを減らすことは、伝送されたOFDM出力スペクトルの幅を減らすことへつながるであろう。サンプリングレート $1/T$ を減少させることは、Tを増加させ、搬送波間隔を減少させることになり、それにより伝送されたOFDMによるシンボルの幅を減少させることになる。

【0044】特に図4を参照すると、伝送されたOFDM信号は信号回路31を有するOFDM受信機30によって、選択されたアンテナ32を通じて受け取られる。OFDM信号は、受信回路34と自動利得制御（自動ゲイン制御、AGC）ブロック36を用いて処理（ダウンコンバート）される。処理されたOFDM信号はアナログデジタル変換器38へと入力される。デジタルOFDM信号は、AGC36への利得（ゲイン）推定フィードバック信号を提供するため、レベル検出器40により受け取られる。

【0045】デジタルOFDM信号はまた、周波数補償ブロック42とタイミング及び周波数同期ブロック44によっても受け取られる。タイミング及び周波数同期ブロック44は、OFDMによるシンボルのタイミングを獲得して、初期周波数オフセットを訂正するため周波数補償ブロック42へ周波数推定信号を供給し、タイミング信号を高速フーリエ変換（FFT）ブロック46へと供給する。

【0046】本発明によると、動的制御回路47は、増減調節可能な動作パラメータあるいは特性を受信機30において供給している。動的制御回路47は、送信機10（図1）、外部設定（外部環境）あるいはデータ目的地ブロック51からの入力を受け取ることが可能である。それに応じて、動的レート制御回路47はFFT46の動作を制御しており、FFT46はクロック49により供給された時間基準により駆動されている。

【0047】動的制御回路47は、クロック49からFFT46への時間基準を変化させることでシンボル長を動的に変化させることができる。さらに、動的制御回路47は、FFT46の動作を制御することで入力にตอบสนองすることもできる。FFT46はOFDMによるシンボルについてNポイント高速フーリエ変換を実行するように設計されているが、動的制御回路47からの制御信号によっては、搬送波数を動的に変化させるため、 $X < N$ であるXポイントFFTを実行することも可能である。

【0048】最大搬送波数である場合、結果としてのNの合成搬送波は位相推定ブロック48及び位相補償ブロック50への入力となっている。位相推定ブロック48はNの搬送波の位相を推定して、位相推定値を位相補償ブロック50へと供給している。位相補償ブロック50

はそれによりNの搬送波を補償する。補償が施された搬送波は、送信機10（図1）の前方誤り訂正（順方向誤り訂正）符号を復号する復号ブロック52への入力となり、データ信号をデータ目的地ブロック51へと供給する。そのような入力によって、動的制御回路47は、復号レートあるいは復調方式を動的に変化させるように復号ブロック52を制御することが可能である。それにより、動作パラメータあるいは、データ転送速度といった特性を動的に変化させる。

【0049】図5は、基地局72及び複数のリモート局74から構成される改良型OFDMシステム70を示している。リモート局74は、動的に増減調節可能なOFDMシステム70を提供するため、本発明の原理に従って、動的に増減調節可能なOFDM送信機10（図1）と受信機30（図4）を用いている。動的制御回路15（図1）と47（図4）は、基地局72とリモートユニット74の間における動作パラメータあるいは特性の増減調節可能性を提供している。データ転送速度を動的に増減調節する場合、改良型OFDMシステムでは、基地局72とリモートユニット74の間で低いデータ転送速度をもって開始する。

【0050】さらに、送信局の動的制御回路15（図1）は、システム設計と信号の質が許す限りデータ転送速度を増加させる。信号に質が劣る場合には、動的制御回路15（図1）はデータ転送速度を減少させる。信号の質は、以下のような要素の一つにより評価されることができる。すなわち、受信信号強度、受信信号に対する雑音プラス干渉の比、検出された誤り（CRC）、通知の存在（通信信号についてのリンクが適切でないという通知が存しないこと）である。さらに、他の動作特性あるいはパラメータは同様にモニターされ、増減調節されることが可能である。

【0051】受信局72または74のOFDM受信機30（図4）は、受信した信号についてこれらの評価を実行することができる。その後、動的制御回路47が、どのようなデータ転送速度またはその他の動作特性あるいはパラメータが用いられるべきなのか判断し、さらに逆方向においてもどのようなデータ転送速度またはその他の動作特性あるいはパラメータが用いられるべきなのか判断する。それに伴い、2つの局の間において、データ転送速度のような、動作特性あるいはパラメータを動的に増減調節するため、受信機30は帰還（フィードバック）を受信局72または74の送信機10の動的制御回路15へと供給する。

【0052】選択的には、受信局72または74の受信機30（図4）が、信号の質についての評価を実行し、送信機10を通じて質に関する情報または、データ転送速度のような、特定の動作特性あるいはパラメータについてのリクエストを送信局72または74の受信機30へ送り戻すようにすることも可能である。そこで、送信

局 72 または 74 の受信機 30 は、局 72 または 74 の間において、データ転送速度のような動作特性あるいはパラメータを動的に増減調節するため、送信局 72 または 74 における動的制御回路 15 へ帰還（フィードバック）を供給することができる。

【0053】OFDM システム 70 についてのこのような特定の実施例は基地局 72 及びリモート局 74 を有しているけれども、本発明に従った調整に関する特性（スケリング特性）については、非集中化 OFDM トランシーバネットワークへも当てはまるものといえる。

【0054】さらに、ある実施例では、本発明の原理に従った OFDM システム 70 は、搬送波数を動的に増減調節することで多重レートシステムの多重アクセスを実施するのに用いられることが可能である。一つのリモート局 74 は、ちょうど一つの搬送波上で送信を行うことが可能であり、別のリモート局 74 は 4 つの他の搬送波上で送信を行い、一方、第三のリモート局 74 はさらに別の 2 つの搬送波上で送信を行うということが、すべて同時に可能である。復号化を適切に行うため、すべての搬送波の信号（異なるリモート局 74 からの）は、大まかに同じ程度の相対的な遅延をもって基地局 72 で受信されることが必要である。

【0055】搬送波数を動的に増減調節する集中化されたシステムのある実施例の場合、基地局 72 は、その範囲内ですべてのリモート局（ここでの実施例ではモバイルユニット 74）から受信し、さらにそれらへと送信を行う。従って、このような特定の実施例の基地局 72 は、すべての搬送波において同時に送受信が可能であるべきことになる。このことは、基地局 72 がモバイルユニット 74 に比べて、より大きなピーク対平均出力比を有する必要があることを示している。しかしながら、基地局 72 についてはバッテリーで駆動されているものではないことから、実際にはこの点は欠点とはならない。

【0056】搬送波の部分集合を用いて送信を行うことで、非対称なデータリンクを行う可能性が提供される。これは、データ転送速度がアップリンクとダウンリンクについて異なるものとして行うことができることを意味している。現実には、データのダウンロード時など、非対称なリンクは頻繁に生じているのである。OFDM システム 70 は、リモート局 74 にアップリンクとダウンリンクについて異なる搬送波数を動的に提供することで、そのような非対称なリンクをサポートすることができる。

【0057】また、集中化されたシステムでは基地局 72 はモバイルユニット 74 よりもより高い出力レベルで送信を行うことが可能であることから、ダウンロード能力（容量）がアップロード能力（容量）よりも大きくなるように、搬送波についてよりレベルの高い変調方式（例えば、16QAM）を用いることができる。

【0058】非対称なレートを実現するため、動的制御回路 15（図 1）及び 47（図 4）を用いることの利点

とは、以下のようなものである。すなわち、

- ・ダウンリンク能力（容量）がアップリンク能力（容量）よりもより大きなものとして行うことが可能である。
- ・搬送波の全体数を部分集合へ分割することでアップリンク能力（容量）を共有されることが可能となる。
- ・モバイルユニット 74 は純然たる TDMA（時分割多元接続）に比べて、より低いレートでより長いパケットを送信することができる。この点は、平均送信出力がより低く（出力増幅器がより単純なものとして行うことができるから）、またコンディションにより生じる相対的なオーバーヘッドが低減されるといった利点を有している。
- ・モバイルユニット 74 は限られた数の搬送波のみを送信することで足りる。従って、送信信号のピーク対平均出力を低減させることになる。このことは、モバイルユニット 74 がより優れた出力効率を実現可能であることを意味し、バッテリーで駆動された装置にとっては非常に重要であるといえよう。

【0059】異なるモバイルユニット 74 が異なる搬送波において同時に伝送を行うことが許容される場合には、以下のようなことが生じうる。すなわち、

- ・モバイルユニットと基地局の間でシンボル同期が必要である。そのような同期については、GSM のような TDMA システムにおいて既に存在している。200 μ s のシンボル長を有する、先に記述した OFDM の例では、同期オフセットはおよそ 5 μ s に限られるべきである。

・遠近による影響を低減させるため、出力制御をある程度行う必要がある。遠近による影響は、CDMA（符号分割多元接続）システムよりはそれほど深刻ではない。というのは、CDMA の符号は大抵の場合、0 でない相互相関関係を有している一方で、OFDM の搬送波は直交しているからである。OFDM では、受信機における A/D 変換器のダイナミックレンジを減らし、異なるユーザー間での相関関係を持ち込むことにもなりうる、周波数オフセットにより生じるマルチユーザー干渉を低減させるために出力制御が必要とされているのである。

【0060】32 の搬送波が 200 kHz の帯域幅において 320 kbps を伝送する、前述の OFDM モバイルホーン（移動式電話）の場合、帯域は各チャンネルが 4 個の搬送波を有する 8 つのチャンネルへ分割されることが可能である。そこで、各チャンネルは、生データについて 40 kbps のデータ転送速度でデータを搬送している。これは、13 kbps の音声信号について信号オーバーヘッドと前方誤り訂正（順方向誤り訂正）符号化を行うため、およそ 70% の冗長性を提供していることになる。

【0061】このように、OFDM システム 70 は、基地局 72 からリモート局 74 へデータをダウンロードを行う間のように、必要なときに応じて非対称なデータ転送速度のメリットを提供することができる。そしてそれ

は、リモート局 74 の受信機 30 (図 4) へのダウンリンクについて、及び、リモート局 74 の送信機 10 からのアップリンクについて、用いられる搬送波数を動的に変化させることによるのである。

【0062】さらに、OFDM システム 70 は局 72 及び 74 についての様々な動作特性あるいはパラメータを動的に増減調節することが可能であり、基地局 72 と異なるリモート局 74 の間で異なる動作特性あるいはパラメータを提供するか、または基地局 72 とリモートユニット 74 の間で対称な動作特性あるいはパラメータを変化させることができる。選択的には、局間での異なる動作パラメータあるいは特性を提供するため、トランシーバについての非集中化 OFDM システムにおいて、局間での動作パラメータあるいは特性を動的に増減調節すること (動的スケールリング) が実行されることも可能である。

【0063】図 5 の OFDM システム 70 についてのある実施例では、信号対雑音プラス干渉の比が各搬送波について最大化されるように、アンテナパターンを各搬送波に対して適応した、異なったものとするため、適応アンテナ 78 が基地局 72 において用いられる。OFDM では、基地局 72 は、同時適応アンテナへ供給している入力信号のスペクトルを得るのに、単に幾つかの搬送波の振幅を測定するに過ぎない。

【0064】適応アンテナ制御回路 80 は OFDM システム 70 における改良された性能を提供するため、次のような手法で適応アンテナ 78 を制御することができる。すなわち、

- ・基地局 72 はダウンリンクチャネルがアップリンクチャネルと等しいものとして、アップリンクチャネルを測定する (N の搬送波についての振幅、 SNR/SI)。

- ・例えば異なる周波数にある (UMTS-汎用移動通信システム、におけるように) といったことから、ダウンリンクチャネルとアップリンクチャネルが等しくない場合には、モバイルユニット 74 は、測定されたダウンリンク搬送波の振幅を帰還 (フィードバック) としてアップリンクを介して基地局 72 へと送ることができる。

- ・アップリンクにおいては、基地局 72 は信号対雑音プラス干渉の比を最大化するため適応アンテナを用いている。

- ・ダウンリンクにおいては、基地局 72 は、各搬送波及び適応アンテナ 78 のうちの各アンテナについて振幅及び位相を選択するため、アップリンクチャネルの測定結果またはモバイルユニットからの帰還 (フィードバック) を用いている。このようにして、OFDM システム 70 は、各搬送波について改良されたアンテナ利得 (アンテナゲイン) を得られるというメリットを受ける。相対的によりよい搬送波により多くの出力を伝送することで、とまかくモバイルユニット 74 に到達していない搬

送波において出力が無駄にされることはないのである。

【0065】このように、OFDM システム 70 における適応アンテナ制御は、改良された効率性能を提供する。OFDM システム 70 の動的制御面と併せて、柔軟な OFDM システム 70 が提供されている。このような柔軟な OFDM システム 70 は、OFDM システムの性能を改良するための動的制御と適応アンテナシステムを結びつけて用いることによって局間の動作を改良することができる。例えば、搬送波のある部分集合は、適応アンテナ制御回路からの帰還 (フィードバック) を考慮に入れて、動的に選択されることが可能である。選択的には、非集中化された OFDM トランシーバネットワークについての実施例では、トランシーバまたはトランシーバの部分集合は適応アンテナの利点を活かすことが可能であろう。

【0066】このように、改良型 OFDM (直交周波数分割多重化) 変調システムは、増減調節可能な動作特性あるいはパラメータを用いることで柔軟性及び適応性を増加させるものである。また、このような柔軟性及び適応性における増加は改良型 OFDM システムが様々な通信環境において動作することを実現させるものである。

【0067】改良型 OFDM システムは、OFDM システムの動作パラメータあるいは特性を増減調節するための、搬送波数、シンボル長、符号化レート、変調方式あるいは搬送波毎におけるシンボル当たりのビット数といった動作パラメータを動的に変化させることによって、このようなことを実現している。動的レート制御回路は、OFDM システムの動作パラメータあるいは特性または、動作パラメータあるいは特性の様々な部分集合を動的に増減調節することができる。その一方では、OFDM システムについての望みの動作または性能を実現するため、その他の動作特性あるいはパラメータを固定している。

【0068】上述の実施例に加えて、改良型 OFDM 変調システムの選択的構成が考えられる。改良型 OFDM 変調システムの選択的構成としては、OFDM システムのパラメータあるいは特性またはそれらのヴァリエーション (変形) についての動的増減調節 (動的スケールリング) を実行する際に、構成要素を省略または添加したり、または異なる構成要素を用いるものがある。例えば、望みの制御回路の一部分のみが増減調節特性 (スケールリング特性) の部分集合を提供するのに用いられ、様々な送信機構成要素に伴った、別個の制御回路が用いられるということも可能である。

【0069】さらに、上述の OFDM システムは幾つかの構成要素からなるものとして記述されてきたが、OFDM システム及びその一部は、特定用途向け集積回路 (ASIC)、ソフトウェアで駆動された処理回路、または、個々別々の構成要素についてのその他の組み合わせを用いて利用に供されることが可能であるということ

は理解されるべきである。

【0070】

【発明の効果】本発明により、多重搬送波伝送システムであるOFDMシステムにおいて、システムの動作パラメータあるいは特性についての増減調節（スケールング）を提供することで、OFDMシステムにおける柔軟性及び適応性が向上された。とりわけ、このような増減調節可能なOFDMシステムは、モバイル（移動式）無線通信装置における応用に適しているといえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の原理の幾つかに従ったOFDM送信機の実施例についてのブロック図を示している。

【図2】図2は、OFDMによるシンボルのウインドウ化を説明するための図を示している。

【図3】図3は、OFDM送信機の幾つかのパラメータに対する変化の効果を説明するためのOFDM出力スペクトルの図（プロット）を示している。

【図4】図4は、本発明の原理の幾つかに従ったOFDM受信機の実施例についてのブロック図を示している。

【図5】図5は、本発明の原理に従ったOFDM送信機及び受信機を用いているOFDMシステムを示している。

【符号の説明】

10 OFDM送信機

11 信号回路

12 データ源

14 符号化ブロック

15 動的制御回路（動的レート制御回路）

16 IFFT（逆高速フーリエ変換）

17 クロック

18 サイクリックプレフィキサ（巡回接頭器）及びウインドウ化ブロック

20 デジタルアナログ変換器

22 送信機フロントエンド部

24 アンテナ

30 OFDM受信機

31 信号回路

32 アンテナ

34 受信回路

36 自動利得制御（自動ゲイン制御、AGC）ブロック

38 アナログデジタル変換器

40 レベル検出器

42 周波数補償ブロック

44 タイミング及び周波数同期ブロック

46 高速フーリエ変換（FFT）ブロック

47 動的制御回路（動的レート制御回路）

48 位相推定ブロック

49 クロック

50 位相補償ブロック

51 データ目的地ブロック

52 復号ブロック

60a-60p 搬送波

70 （改良型）OFDMシステム

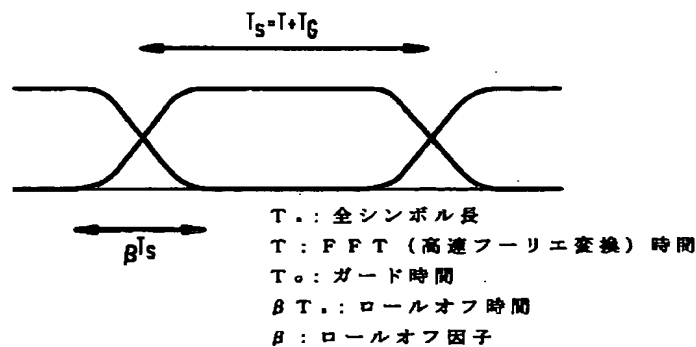
72 基地局

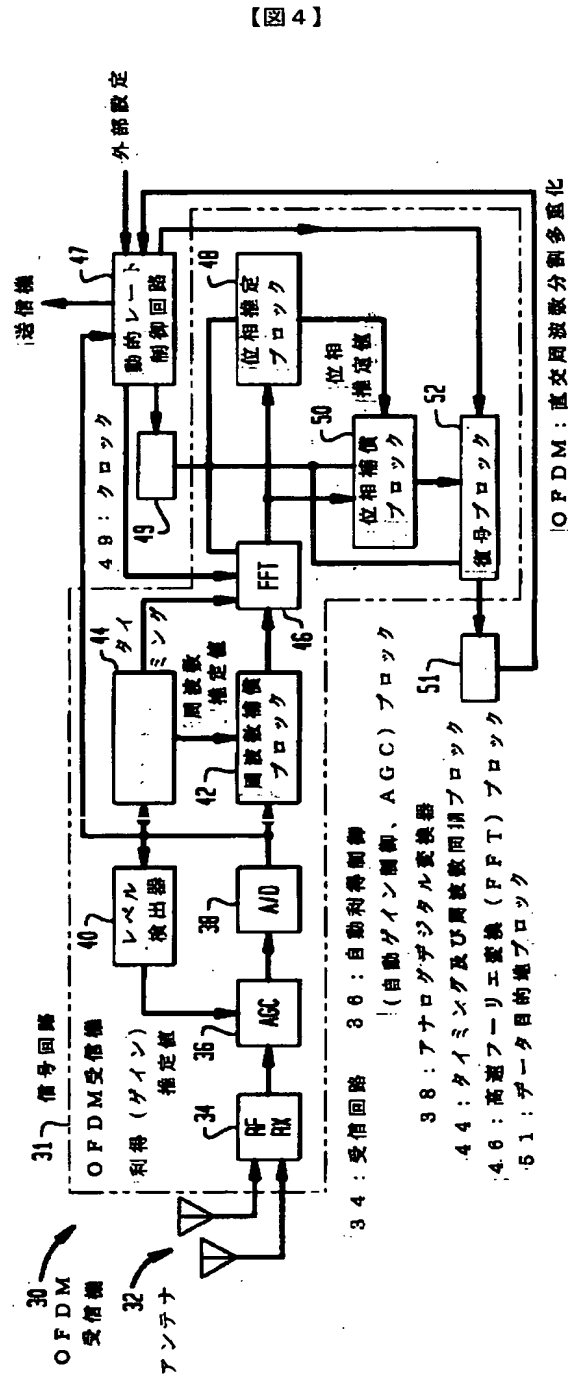
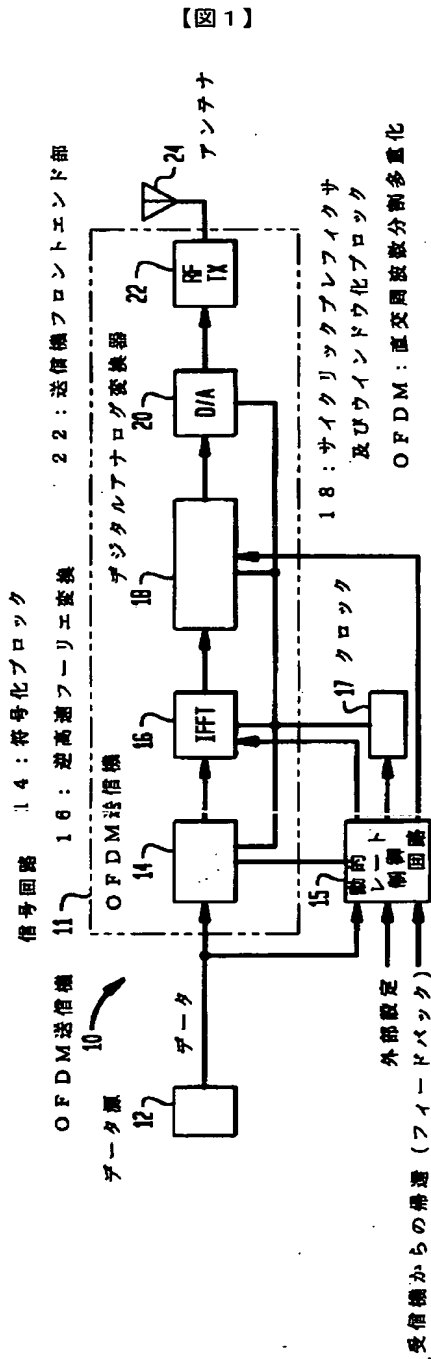
74 リモート局（リモートユニット、モバイルユニット）

78 適応アンテナ

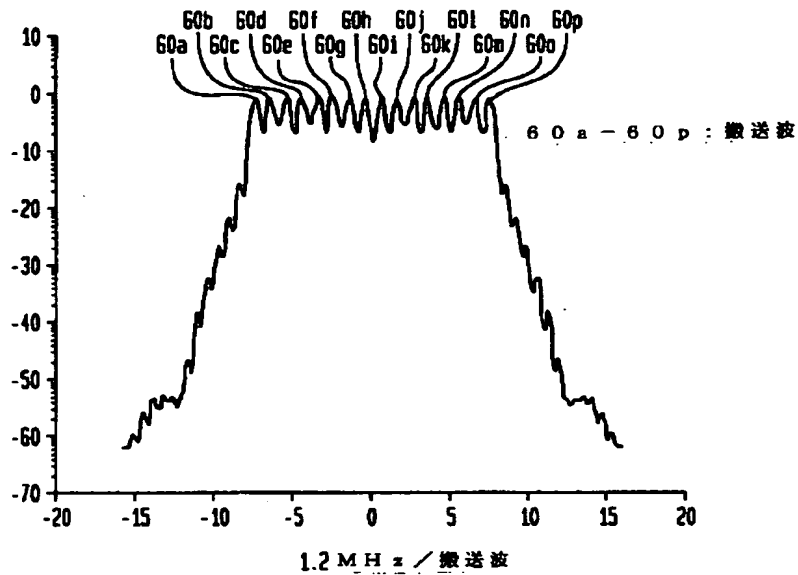
80 適応アンテナ制御回路

【図2】

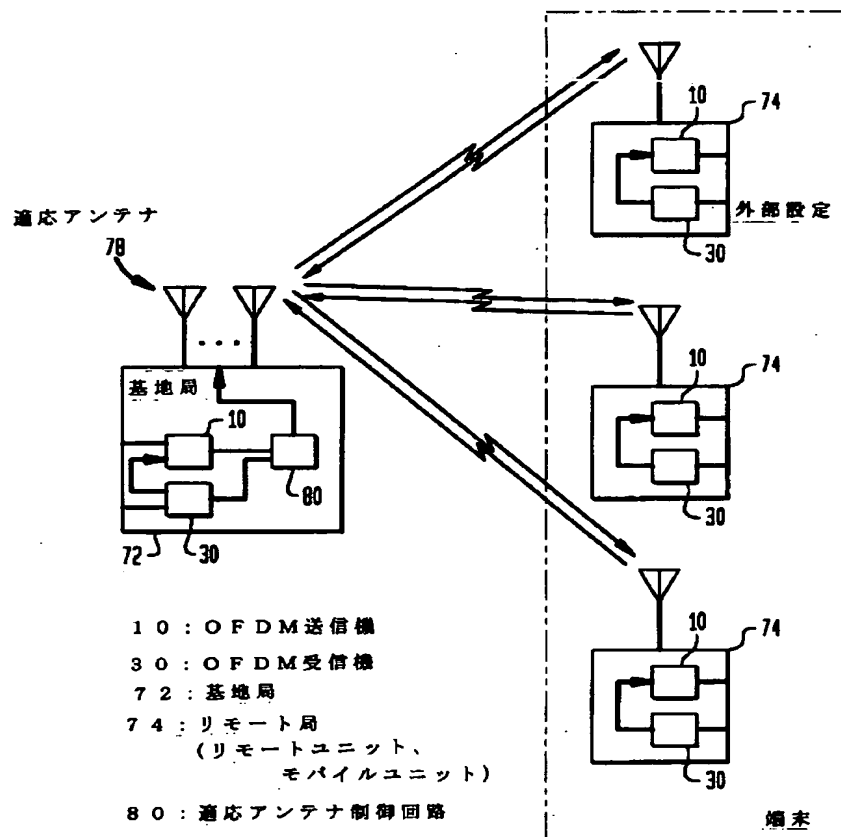




【図3】



【図5】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue.
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.